Физика, 9 класс, муниципальный этап

Возможные решения задач

Задача № 1. «Туристы» (10 баллов)

Группа туристов выехала на попутной телеге из пункта A и треть всего времени двигалась по грунтовой дороге с постоянной скоростью V_1 = 4 *км/час*. Выехав на шоссе, они пошли пешком с постоянной скоростью V_2, преодолев шестую часть всего пути. В конце этого участка пути один из туристов подвернул ногу и группа решила вернуться в пункт A на встречном грузовике. Грузовик ехал с постоянной скоростью V_3. Вычислите среднюю путевую скорость V_0 группы туристов. Покажите минимально возможное значение скорости V_2.

Возможное решение:

Пусть a – расстояние, которое туристы ехали на телеге по грунтовой дороге,
b – расстояние, которое они прошли по шоссе.

На грузовике, соответственно, они проехали расстояние (a + b).

По условию задачи:

$$(a + b) + a + b = 6b, \tag{1}$$

откуда следует

$$a = 2\ b \tag{2}$$

(4 балла)

Время, за которое туристы проехали на телеге участок грунтовой дороги

$$t_1 = a/v_1, \tag{3}$$

которое составляет четвертую часть всего времени T, т.е. справедливо соотношение

$$T = 3t_1 = 3a/v_1 \tag{4}$$

Тогда средняя путевая скорость туристов равна:

$$V_0 = [a + b + (a + b)]/T = V_1 = 4\ (км/час) \tag{5}$$

(3 балла)

По условию задачи время, в течение которого туристы идут по шоссе, $t_2 = b/V_2$ удовлетворяет неравенству

$$t_2 = b/V_2 < T - t_1 = 2t_1, \tag{6}$$

откуда получаем следующее неравенство

$$V_2 = b/t_2 > b/2t_1 = V_1/2 = 2\ (км/час) \tag{7}$$

(3 балла)

Таким образом, получили:
средняя путевая скорость туристов равна 4 *км/час*;
минимальная скорость туристов по шоссе V_2 = 2 *км/час*.

<u>Задача № 2.</u> «Пробка в кубе» (10 баллов)

Легкий кубический сосуд с жидкостью стоит на двух симметричных опорах. Над одной из них внутри сосуда привязана ко дну цилиндрическая пробка, полностью погруженная в жидкость, имеющая объем V =20 *см*^{3} и плотность ρ = 500 *кг/м*^{3} (см. рис. 1). Плотность жидкости в сосуде ρ_0 = 1300 *кг/м*^{3}. Определить модуль разности сил реакции опор.

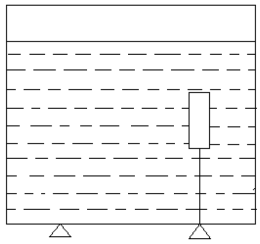
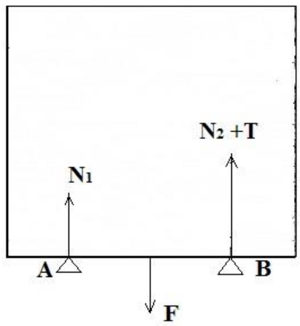


рис. 1

Возможное решение:

Рассмотрим силы, действующие на сосуд:
F – сила давления на дно сосуда, действующая со стороны жидкости,
T – сила натяжения нити,
N_1 и N_2 – силы реакций опор (см. рис.2).



Запишем правило моментов относительно точки A:

$$(N_2 + T)2l = Fl.$$ *(1 балл)*

Запишем правило моментов относительно точки B:

$$N_1 2l = Fl.$$ *(1 балл)*

$F = \rho_0 gHS = \rho_0 g(m/ \rho_0 +V)$,
где H – уровень жидкости в сосуде,
S – площадь поперечного сечения сосуда,
m – масса жидкости в сосуде. *(2 балла)*

Запишем условие равновесия пробки:

$$T + \rho Vg = \rho_0 Vg.$$ *(1 балл)*

Решая систему уравнений, получим:

$$N_1 = (mg + \rho_0 Vg)/2;$$ *(2 балла)*

$$N_2 = (gV(2\rho - \rho_0) +mg)/2.$$ *(2 балла)*

Для разности сил реакции опор получим выражение

$$N_1 - N_2 = (\rho_0 - \rho)Vg = 160 \text{ мН}.$$ *(1 балл)*

Задача № 3. «Плавающий шар» (10 баллов)

Деревянный шар, плотность которого равна половине плотности воды, лежит на дне пустого цилиндрического сосуда. В сосуд начинают равномерно (с постоянной скоростью) наливать воду, и через 10 *секунд*, когда объем налитой воды стал равен объему шара, шар отделился от дна сосуда. В течение какого времени следует продолжать наполнение сосуда с той же скоростью, чтобы уровень воды оказался на расстоянии диаметра шара от дна сосуда?

Возможное решение:

Условие плавания деревянного шара в соответствии с законом Архимеда $V_ш \rho_д g = V_ж \rho_ж g$.

Поскольку $\rho_д = 0.5\rho_ж$, то объем вытесненной шаром воды равен $0.5V_ш$, т.е. уровень воды соответствует состоянию шара наполовину погруженного в воду. *(3 балла)*

По условию задачи, при этом в сосуд налит объем воды равный объему шара $V_ш$, т.е.

$$V_ш = vt_1, \quad (1)$$

где v – скорость наполнения сосуда водой,
а $t_1 = 10$ *с* – время наполнения сосуда.

Таким образом, объем сосуда, определяющий уровнем воды, отстоящим от дна на расстоянии половины диаметра шара, равен $1,5V_ш$. *(3 балла)*

Для того чтобы уровень воды отстоял от дна сосуда на расстоянии диаметра шара, необходимо налить воды объемом $1,5V_ш$.

Таким образом, получим соотношение

$$vt_2 = 1,5V_ш \quad (2)$$

(3 балла)

Учитывая соотношения (1) и (2) определяем значение для t_2

$$t_2 = 1.5\ t_1 = 15\ с. \quad \textit{(1 балл)}$$

<u>Задача № 4.</u> «Мудреное движение» (10 баллов)

Частица движется с ускорением, которое постоянно по величине и все время направленно перпендикулярно к скорости. За время τ перемещение частицы оказалось равным L, а вектор скорости частицы изменил направление на противоположное. Найти пройденный частицей путь и ее ускорение.

Возможное решение:

Исходя из условия задачи, траектория движения частицы это полуокружность, диаметр которой равен L, при этом скорость частицы V по величине остается одинаковой. *(3 балла)*

Пройденный частицей путь равен длине полуокружности,
т.е. $\pi L/2$ *(1 балл)*

Ускорение частицы является центростремительным и определяется по формуле

$$a_ц = V^2/R,$$

где $R = L/2$ – радиус окружности. *(2 балла)*

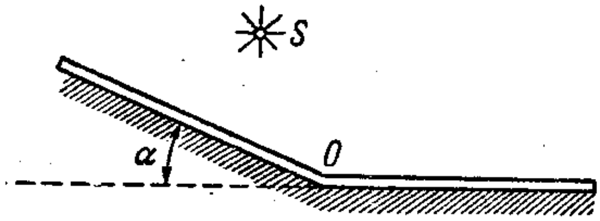
Учитывая, что частица движется равномерно по своей траектории, определяем величину скорости следующим соотношением $V = \pi L/2\tau$ *(2 балла)*

Таким образом, мы получим выражение для значения центростремительного ускорения частицы

$$a_ц = V^2/R = \pi^2 L/(2\tau^2)$$ *(2 балла)*

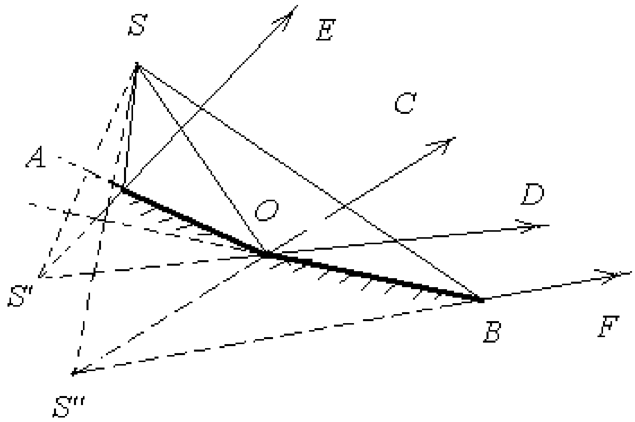
<u>Задача № 5.</u> «Зеркальный уголок» (10 баллов)

Два зеркала расположены под углом α друг к другу (смотри рисунок) и перед ними помещен точечный источник света. Указать, где следует расположить глаз наблюдателя, чтобы одновременно видеть оба изображения, даваемых зеркалами.



Возможное решение:

Используя закон зеркального отражения от плоского зеркала, легко построить изображения S' и S'' точечного источника S в двух плоских зеркалах OA и OB соответственно (смотри рисунок).



(6 баллов)

Используя закон зеркального отражения легко построить сектор лучей $ES'OD$, отраженных от плоского зеркала OA. Аналогично можно построить сектор лучей $CS''BF$, отраженных от плоского зеркала OB.

Исходя из выполненных построений лучей, в сектор COD попадают лучи, отраженные от обоих зеркал. Следовательно, поместив глаз наблюдателя в этом секторе, можно видеть оба мнимых изображения S' и S'' в плоских зеркалах.

(4 балла)

Всего за все задания олимпиады – 50 баллов.